

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-262081

(43)公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51)Int.Cl.⁶

H 0 4 R 3/00

G 1 0 K 15/12

識別記号

3 1 0

F I

H 0 4 R 3/00

G 1 0 K 15/00

3 1 0

B

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平10-82694

(22)出願日

平成10年(1998) 3月12日

(71)出願人 000101732

アルパイン株式会社

東京都品川区西五反田 1丁目1番8号

(72)発明者 伊勢 友彦

東京都品川区西五反田 1丁目1番8号 ア

ルパイン株式会社内

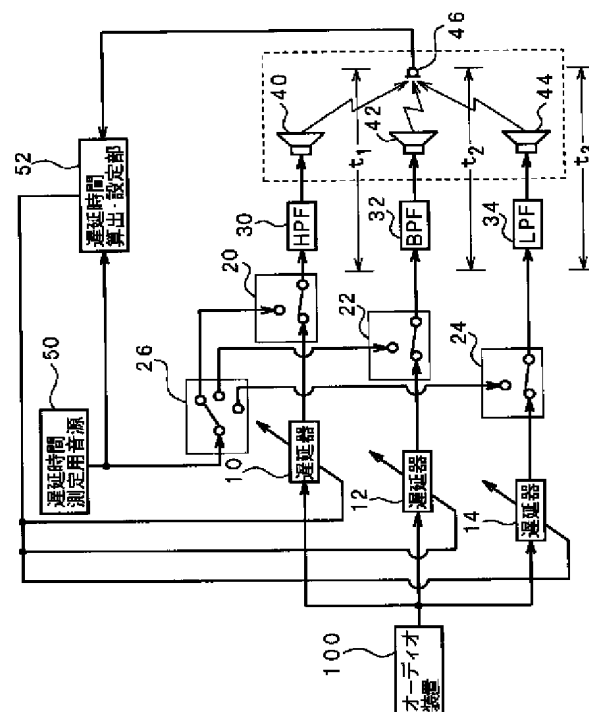
(74)代理人 弁理士 雨貝 正彦

(54)【発明の名称】 遅延時間設定方式

(57)【要約】

【課題】 複数のスピーカが用いられている場合に、それぞれのスピーカに対応した遅延時間の設定の手間を低減するとともに、正確な遅延時間の設定を行うことができる遅延時間設定方式を提供すること。

【解決手段】 高域用のスピーカ40の前段にHPF30と遅延器10が、中域用のスピーカ42の前段にBPF32と遅延器12が、低域用のスピーカ44の前段にLPF34と遅延器14がそれぞれ接続されている。遅延時間測定用音源50から所定の信号を出力し、スピーカ40～44のいずれかから放射された音波が聴取位置のマイクロホン46に到達するまでの遅延時間を遅延時間算出・設定部52によって算出する。また、この遅延時間算出・設定部52は、マイクロホン46への音波の到達タイミングが一致するように、各遅延器10～14の遅延時間を設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 音響空間内の所定位置に設置された複数のスピーカと、

前記音響空間内の聴取位置に設置された集音手段と、
前記複数のスピーカのそれぞれの前段に接続され、それぞれの遅延時間が設定可能な複数の遅延手段と、
前記複数のスピーカのそれぞれの所定の遅延時間測定用信号を入力する信号発生手段と、
前記集音手段の出力信号に基づいて、前記複数のスピーカのそれぞれに前記遅延時間測定用信号が入力されてから対応する音波が前記集音手段によって検出されるまでの遅延時間を算出する遅延時間算出手段と、
前記遅延時間算出手段による算出結果に基づいて、前記複数の遅延手段のそれぞれの遅延時間を設定する遅延時間設定手段と、
を備えることを特徴とする遅延時間設定方式。

【請求項2】 請求項1において、
前記遅延時間設定手段は、前記複数のスピーカのそれぞれに対応して前記遅延時間算出手段によって算出された複数の遅延時間の中から最も長いものを検索して、この最も長い遅延時間を基準としてその他の遅延時間との差分を算出し、算出された差分値を前記複数のスピーカのそれぞれに対応した前記複数の遅延手段の各遅延時間として設定することを特徴とする遅延時間設定方式。

【請求項3】 請求項1または2において、
前記遅延時間算出手段は、前記信号発生手段から出力される前記遅延時間測定用信号と前記集音手段の出力信号とが入力されており、これら2つの信号の相互相関が最大となる時間を求めることにより、前記複数のスピーカのそれぞれに前記遅延時間測定用信号が入力されてから対応する音波が前記集音手段によって検出されるまでの遅延時間の算出を行うことを特徴とする遅延時間設定方式。

【請求項4】 請求項1または2において、
前記遅延時間算出手段は、前記信号発生手段から出力される前記遅延時間測定用信号と前記集音手段の出力信号とが入力されており、これら2つの信号の誤差信号のパワーが最小となるように適応等化処理を行う適応フィルタを有しており、この適応フィルタのフィルタ係数に基づいて、前記複数のスピーカのそれぞれに前記遅延時間測定用信号が入力されてから対応する音波が前記集音手段によって検出されるまでの遅延時間の算出を行うことを特徴とする遅延時間設定方式。

【請求項5】 請求項3または4において、
前記信号発生手段から出力される前記遅延時間測定用信号はホワイトノイズ信号であることを特徴とする遅延時間設定方式。

【請求項6】 請求項1または2において、
前記信号発生手段から出力される前記遅延時間測定用信号はタイムストレッチドパルスであり、

前記遅延時間算出手段は、前記集音手段の出力信号に、前記タイムストレッチドパルスを時間軸上で反転した信号を畳み込み演算し、この畳み込み演算結果が最大となる時間を求めることにより、前記複数のスピーカのそれぞれに前記遅延時間測定用信号が入力されてから対応する音波が前記集音手段によって検出されるまでの遅延時間の算出を行うことを特徴とする遅延時間設定方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数のスピーカのそれぞれから複数チャンネルの音声を出力するオーディオシステムにおける遅延時間設定方式に関する。

【0002】

【従来の技術】オーディオ装置に用いられるスピーカは、可聴帯域の音声を均等に出力することが好ましいが、実際には1つのスピーカで全周波数帯域の音声を出力することは困難であり、通常は周波数特性が異なる2つあるいは3つのスピーカが組み合わされて使用される。例えば3つのスピーカを用いた場合には、高域用のスピーカと中域用のスピーカと低域用のスピーカが組み合わされる。

【0003】ところで、これらの2つあるいは3つのスピーカのそれぞれからは、周波数帯域が異なるオーディオ信号に対応した音波が別々に放出されるが、聴取者が違和感なく音楽を聴取するためには、聴取点における音波の到達時間を一致させる必要がある。

【0004】特に、車載用のオーディオシステムでは、スピーカを設置するスペースの確保が容易ではないため、周波数特性が異なる複数のスピーカを同一場所に設置することが困難な場合も多く、それぞれのスピーカを別々の場所に設置することがある。このような場合に、各スピーカから聴取点までの距離が異なると、各スピーカから放射された音波が聴取点に到達する時間がずれてしまい、再生音にひずみが生じるため、各スピーカの前段に遅延器を挿入して各周波数成分の音波の到達時間を一致させている。

【0005】従来、これらの各遅延器の遅延時間は、スピーカを設置する利用者自身が各スピーカから聴取位置までの距離を算出し、この算出した値に基づいて行っており、各利用者間でスピーカの設置場所が大きく異なっても、各スピーカから放射された音波が聴取位置に到達する時間をほぼ一致させることができるようになっている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した遅延器の遅延時間の設定は、利用者自身がスピーカから聴取位置までの距離を算出するとともに、その結果をデジタルプロセッサによりスピーカシステム等に入力する必要があるため、設定操作が煩雑であるという問題がある。

【0007】また、実際にオーディオ装置からオーディオ信号が出力されてから、対応する各周波数成分の音波が聴取位置に到達するまでの時間は、各スピーカから聴取位置までの距離の差による相違だけでなく、各スピーカにオーディオ信号が入力されてから音波が放射されるまでの時間の相違も考慮すべきであるが、従来はこれが考慮されておらず、正確な遅延時間の設定を行うことができなかった。例えば、低音用のスピーカは、中音用あるいは高音用のスピーカに比べて、オーディオ信号が入力されてから実際に音波が放射されるまでに時間がかかるため、低音用のスピーカの前段に接続された遅延器では、この時間差を差し引いて遅延時間を設定する必要がある。また、スピーカの設置位置によって、オーディオ装置とスピーカとを接続する配線長が大きく変わる場合にも遅延時間にばらつきが生じるが、このばらつき分を考慮して各遅延器の遅延時間を設定しているわけではないため、正確な遅延時間の設定を行うことができなかった。

【0008】本発明は、このような点に鑑みて創作されたものであり、その目的は、複数のスピーカが用いられている場合に、それぞれのスピーカに対応した遅延時間の設定の手間を低減するとともに、正確な遅延時間の設定を行うことができる遅延時間設定方式を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決するために、本発明の遅延時間設定方式では、聴取位置に集音手段が設置されており、音響空間内に設置された複数のスピーカのそれぞれに遅延時間測定用信号を入力して実際に各スピーカから放射された音波を集音手段で検出している。そして、この検出結果に基づいて、各スピーカに遅延時間測定用信号が入力されてから対応する音波が集音手段によって検出されるまでの遅延時間が遅延時間算出手段によって算出され、この算出結果に基づいて、各スピーカの前段に接続された遅延手段の各遅延時間が遅延時間設定手段によって設定される。このように、実際に遅延時間測定用信号を各スピーカに入力して対応する音波を音響空間内に放射し、これを聴取位置の集音手段で検出して遅延時間を実測し、この実測結果に基づいて各遅延手段の遅延時間の設定を行っており、正確な遅延時間の設定が可能になる。特に、各スピーカと集音手段との距離の差だけでなく、スピーカの種類や配線長の相違を加味した精度の高い遅延時間の設定が可能となる。また、各遅延手段の遅延時間が自動的に設定されるため、利用者が手動で各種の設定を行う必要がなく、遅延時間の設定に要する手間を低減することができる。

【0010】また、上述した遅延時間設定手段は、複数のスピーカのそれぞれに対応して遅延時間算出手段によって算出された複数の遅延時間の中から最も長いものを

検索して、この最も長い遅延時間を基準としてその他の遅延時間との差分を算出し、これらの差分値を各遅延手段の遅延時間として設定することが好ましい。各スピーカ毎に異なる集音手段までの音波の到達時間の差を各遅延手段の遅延時間に反映させることができるため、各スピーカから放射された音波の聴取位置での到達タイミングを正確に合わせることができる。

【0011】また、上述した遅延時間算出手段は、遅延時間測定用信号と集音手段の出力信号とが入力されており、これら2つの信号の相互相関が最大となる時間に基づいて遅延時間の算出を行うことが好ましい。スピーカから放射される音波は、スピーカから集音手段までの伝搬特性によって波形が歪むが、相互相関が最も高い値を有する音波を受信した時点が到達時間と考えられるため、相互相関の最大値を検出することにより、正確に集音手段に音波が到達するまでの遅延時間を算出することができる。

【0012】また、遅延時間算出手段は、遅延時間測定用信号と集音手段の出力信号とが入力されており、これら2つの信号の誤差信号のパワーが最小となるように適応等化処理を行う適応フィルタのフィルタ係数に基づいて遅延時間の算出を行うことが好ましい。適応フィルタのフィルタ係数は、集音手段によって検出されるインパルス応答を再現しているため、このフィルタ係数が最大となる時間を検出することにより、正確に集音手段に音波が到達するまでの遅延時間を算出することができる。

【0013】特に、これらの遅延時間の算出を行う場合には、遅延時間測定用信号としてホワイトノイズ信号を用いることが好ましい。ホワイトノイズ信号には低域から高域までの周波数成分が含まれており、周波数特性が異なる数種類のスピーカを組み合わせる場合に、それぞれのスピーカから遅延時間測定用信号に対応した音波を放射することができ、確実に遅延時間の算出を行うことができる。

【0014】また、遅延時間測定用信号としてタイムストレッチドパルスを用いるようにしてもよい。この場合には、遅延時間算出手段は、集音手段の出力信号に対して、タイムストレッチドパルスを時間軸上で反転した信号の畳み込み演算を行い、この畳み込み演算結果が最大となる時間を求めて遅延時間の算出を行うことが好ましい。このような畳み込み演算を行うことによりインパルス応答を求めることができるため、その最大値を検出することにより、正確に集音手段に音波が到達するまでの遅延時間を算出することができる。また、タイムストレッチドパルスは、所定の時間幅を有し、周波数成分が時間軸上で分散された信号であり、突発的なノイズによる影響を受けにくい利点がある。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の遅延時間設定方式を適用した一実施形態のオーディオシステムは、周波数特性が

異なる複数のスピーカを備えており、実際にオーディオ信号が入力されて各スピーカから放射された音波が聴取点に到達するまでの時間を自動測定し、その測定結果に基づいて各スピーカの前段に設けられた遅延器の遅延時間を設定することに特徴がある。以下、一実施形態のオーディオシステムについて図面を参照しながら説明する。

【0016】図1は、本発明を適用した一実施形態のオーディオシステムの構成を示す図である。同図に示す車載用のオーディオシステムは、チューナやCDプレーヤ等のオーディオ装置100と、オーディオ装置100から出力されるオーディオ信号が入力される3つの遅延器10、12、14と、これらの遅延器10等のそれぞれの後段に接続される4つのスイッチ20、22、24、26と、入力されるオーディオ信号の中から高域成分のみを通過させるハイパスフィルタ(HPF)30と、中域成分のみを通過させるバンドパスフィルタ(BPF)32と、低域成分のみを通過させるローパスフィルタ(LPF)34と、周波数特性が異なる3つのスピーカ40、42、44と、オーディオ音の聴取位置に設定されたマイクロホン46と、遅延時間測定用の所定の信号を発生する遅延時間測定用音源50と、マイクロホン46の出力信号に基づいて各スピーカ40等を介した音波の遅延時間の算出と各遅延器10等の遅延時間の設定を行う遅延時間算出・設定部52とを含んで構成されている。

【0017】遅延器10、12、14は、それぞれの遅延時間が任意に設定可能であり、各遅延時間が遅延時間算出・設定部52によって設定される。遅延器10から出力されるオーディオ信号は、スイッチ20を介してハイパスフィルタ30に入力され、その後段に接続された高音用のスピーカ40から高域成分の音波が車室内音響空間に放射される。同様に、遅延器12から出力されるオーディオ信号は、スイッチ22を介してバンドパスフィルタ32に入力され、その後段に接続された中音用のスピーカ42から中域成分の音波が車室内音響空間に放射される。遅延器14から出力されるオーディオ信号は、スイッチ24を介してローパスフィルタ34に入力され、その後段に接続された低音用のスピーカ44から低域成分の音波が車室内音響空間に放射される。

【0018】マイクロホン46は、スピーカ40～44のいずれかから放射された音波を検出する。遅延時間算出・設定部52は、遅延時間測定用音源50から遅延時間測定用の所定の信号が出力されてから、この信号に対応する音波がマイクロホン46で検出されるまでの遅延時間を測定(算出)し、この測定結果に基づいて、オーディオ装置100からオーディオ信号が入力されてから各周波数域の音波がマイクロホン46に到達するまでの時間が一致するように、遅延器10～14の各遅延時間を設定する。この遅延時間算出・設定部52の詳細構成

については後述する。

【0019】上述した遅延器10、12、14が遅延手段に、マイクロホン46が集音手段に、遅延時間測定用音源50が信号発生手段に、遅延時間算出・設定部52が遅延時間算出手段および遅延時間設定手段にそれぞれ対応する。

【0020】本実施形態のオーディオシステムはこのような構成を有しており、次に各フィルタ30、32、34に信号が入力されてから、各スピーカ40～44から放射された音波がマイクロホン46に到達するまでの遅延時間 t_1 、 t_2 、 t_3 を測定し、遅延器10～14の各遅延時間を設定する動作を説明する。

【0021】まず、スイッチ20、22、24を切り替えて、各フィルタ30～34の接続を各遅延器10～14側から遅延時間測定用音源50側に変更する。そして、スイッチ26を切り替えて、遅延時間測定用音源50から出力される所定の信号がハイパスフィルタ30に入力されるようにする。これらの各スイッチの切り替え動作は、遅延時間算出・設定部52あるいは図示しない制御部による動作指示に応じて行われる。

【0022】このような各スイッチの接続状態において、遅延時間測定用音源50から遅延時間測定用の所定の信号が出力され、対応する音波がスピーカ40から車室内音響空間に放射される。遅延時間算出・設定部52は、遅延時間測定用音源50から所定の信号が出力されて、マイクロホン46から対応する検出信号が出力されるまでの遅延時間 t_1 を算出する。

【0023】遅延時間 t_1 の算出が終了すると、スイッチ26が切り替えられ、遅延時間測定用音源50から出力される所定の信号がバンドパスフィルタ32に入力される状態に変更される。この状態において、遅延時間測定用音源50から遅延時間測定用の所定の信号が出力され、対応する音波がスピーカ42から車室内空間に放射される。遅延時間算出・設定部52は、遅延時間測定用音源50から所定の信号が出力されて、マイクロホン46から対応する検出信号が出力されるまでの遅延時間 t_2 を算出する。

【0024】遅延時間 t_2 の算出が終了すると、さらにスイッチ26が切り替えられ、遅延時間測定用音源50から出力される所定の信号がローパスフィルタ34に入力される状態に変更される。この状態において、遅延時間測定用音源50から遅延時間測定用の所定の信号が出力され、対応する音波がスピーカ44から車室内空間に放射される。遅延時間算出・設定部52は、遅延時間測定用音源50から所定の信号が出力されて、マイクロホン46から対応する検出信号が出力されるまでの遅延時間 t_3 を算出する。

【0025】このようにして3つの遅延時間 t_1 、 t_2 、 t_3 の算出が終了した後に、遅延時間算出・設定部52は、この3つの遅延時間 t_1 ～ t_3 に基づいて、3

つの遅延器10～14の各遅延時間を設定する。例えば、遅延時間T1が最も長い場合には、対応する遅延器10の遅延時間を0に、遅延器12の遅延時間を(t1-t2)に、遅延器14の遅延時間を(t1-t3)にそれぞれ設定する。

【0026】次に、上述した遅延時間算出・設定部52の詳細について、3つの具体的な構成例を説明する。

【0027】遅延時間算出・設定部の構成例1

各フィルタ30～34に信号が入力されてからこれに対応する音波がマイクロホン46に到達するまでの遅延時間10は、各フィルタ30～34への入力信号とマイクロホン46の出力信号との相互相関を計算し、その最大値をとる時間を求めることによって算出することができる。

【0028】図2は、相互相関を利用して遅延時間を算*

$$R(m\tau) = \frac{1}{N-m} \sum_{n=1}^{N-m} h(n) g(n+m) \quad \dots(1)$$

【0031】ここで、h(n)はホワイトノイズ信号を、g(n)はマイクロホン46の検出信号を、Nは相互相関演算部60に取り込む時間の長さを、 τ はサンプリング時間間隔をそれぞれ示している。

【0032】相互相関関数最大値／遅延時間検索部62は、相互相関演算部60によって(1)式のmの値を順次変えて相互相関演算を行った結果に基づいて、相互相関R(m τ)が最大となるmの値を検索し、このときのm τ を遅延時間t1(あるいはt2、t3)とする。

【0033】遅延時間設定部64は、相互相関関数最大値／遅延時間検索部62によって求められた3つの遅延時間t1、t2、t3の中から最大値を抽出し、この最大値を基準として残りの遅延時間との差分を算出する。上述したように、遅延時間t1が最大値の場合には、残りの2つの遅延時間t2、t3との差分(t1-t2)、(t1-t3)が算出される。また遅延時間設定部64は、この算出結果に基づいて、3つの遅延器10～14の各遅延時間を設定する。

【0034】遅延時間算出・設定部の構成例2

$$H(k) = \begin{cases} \exp(jak^2) & k = 0, 1, \dots, N/2 \\ \exp\{-ja(N-k)^2\} & k = N/2 + 1, \dots, N-1 \\ a(N/2)^2 = 2m\pi \end{cases} \quad \dots(2)$$

【0038】ここで、mはタイムストレッチドパルス内で各周波数毎の位相をずらす度合いを示す係数であり、任意の整数値をとる。Nはタイムストレッチドパルスの発生時間を規定する係数である。また、kは0からN-1までの整数であり、aはmとNが決まれば(2)式に含まれる第3式によって定まる。例えば、m=0の場合にはa=0となるため、全てのkについてH(k)=exp(0)=1となっており、各周波数成分が分散せずに集中したインパルスとなる。

★50

* 出する場合の遅延時間算出・設定部52の構成を示す図である。同図に示す遅延時間算出・設定部52は、相互相関演算部60、相互相関関数最大値／遅延時間検索部62、遅延時間設定部64を含んで構成される。また、この遅延時間算出・設定部52と組み合わされる遅延時間測定用音源50からは、遅延時間測定用の所定の信号としてホワイトノイズ信号が出力される。

【0029】相互相関演算部60は、遅延時間測定用音源50から出力されるホワイトノイズ信号と、マイクロホン46の出力信号との間で相互相関演算を行う。この相互相関演算は、以下に示す(1)式にしたがって行われる。

【0030】

【数1】

※各フィルタ30～34に信号が入力されてからこれに対応する音波がマイクロホン46に到達するまでの遅延時間は、マイクロホン46で検出されるインパルス応答が最大となる時間を測定することによって算出することもできる。

【0035】図3は、インパルス応答を利用して遅延時間を算出する場合の遅延時間算出・設定部52の構成を示す図である。同図に示す遅延時間算出・設定部52は、アナログーデジタル(A/D)変換器70、メモリ制御部72、メモリ74、平均化処理部76、畳み込み演算部78、インパルス応答最大値／遅延時間検索部80、遅延時間設定部82を含んで構成されている。また、この遅延時間算出・設定部52と組み合わされる遅延時間測定用音源50からは、タイムストレッチドパルス(時間引き延ばしパルス)が出力される。

【0036】タイムストレッチドパルスは、その周波数特性H(k)が以下のように表される信号である。

【0037】

【数2】

k = 0, 1, ..., N/2

k = N/2 + 1, ..., N-1

...

★【0039】遅延時間測定用音源50から出力される実際のタイムストレッチドパルスは、上述した(2)式を逆フーリエ変換して得られる信号であり、その一例を図4に示す。図4に示すタイムストレッチドパルスは、N=256の場合であって、このNの値とmの値に応じた所定時間の間で各周波数成分が分散した信号となる。したがって、Nの値を大きく設定し、かつmの値も大きく設定することにより、長時間にわたって各周波数成分のエネルギーを分散させることができるため、ノイズの影

響を受けにくくなるが、タイムストレッチドパルスの発生時間が長くなればなるほど遅延時間の測定に要する時間も長くなるため、発生時間があまり長くない範囲で適切なNとmの値を設定する必要がある。

【0040】A/D変換器70は、マイクロホン46の出力信号に対して、所定の時間間隔で標本化および量子化を行って、所定ビット数のデータを出力する。メモリ制御部72は、所定の時間間隔でA/D変換器70から出力されるデータを順次メモリ74に格納する。タイムストレッチドパルスが1回出力されると、このタイムス

$$q(n) = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L q_i(n)$$

【0043】となる。平均化処理部76は、この(3)式にしたがって、L個のタイムストレッチドパルス応答データの平均化処理を行うことにより、突発的なノイズの影響を除去した応答データが得られる。

【0044】畳み込み演算部78は、(3)式で計算された平均化したタイムストレッチドパルス応答データq(n)に、タイムストレッチドパルスp(n)を時間軸上で反転させたデータp(-n)を畳み込み演算する。図5は、タイムストレッチドパルスを時間軸上で反転させた信号を示す図であり、図4に示すN=256に対応※

$$h(n) = \sum_{k=0}^{N-1} q(k) \cdot p(n-k)$$

【0047】この(4)式にしたがって、タイムストレッチドパルス応答信号と、元のタイムストレッチドパルスを時間軸上で反転した信号とを畳み込み演算することによりインパルス応答が得られる。なお、畳み込み演算部78は、平均化処理部76から出力されるデータを順次ずらしていったそれぞれのN個のデータを用いて畳み込み演算を行い、複数の演算結果を出力する。

【0048】インパルス応答最大値/遅延時間検索部80は、畳み込み演算部78による複数の演算結果が入力されており、インパルス応答が最大となる演算結果を検索することにより、この演算結果に対応するタイムス

【0049】遅延時間設定部82は、インパルス応答最大値/遅延時間検索部80によって算出された遅延時間t1等に基づいて、3つの遅延器10～14の各遅延時間を設定する。

【0050】遅延時間算出・設定部の構成例3

上述したように、各フィルタ30～34に信号が入力さ★50

※ムストレッチドパルス応答データ」と称する)に変換され、メモリ74の所定領域に格納される。メモリ74には、このような格納領域がL個分確保されており、遅延時間測定用音源50からL個のタイムストレッチドパルスが繰り返し出力されたときに、それぞれに対応するタイムストレッチドパルス応答データが上述したL個の格納領域のそれぞれに格納される。

【0041】平均化処理部76は、メモリ74に格納されているL個のタイムストレッチドパルス応答データの平均化処理を行う。平均化された応答データをq

(n)、i個目の応答データをqi(n)とすると、

【0042】

【数3】

…(3)

※するタイムストレッチドパルスを反転した波形が示されている。なお、実際に畳み込み演算部78で用いられるデータp(-n)は、図5に示した信号波形をデジタル

20 波形データに変換したものであり、その標本化間隔はA/D変換器70における標本化間隔と同じである。

【0045】畳み込み演算部78による畳み込み演算は、以下の式に基づいて行われる。

【0046】

【数4】

…(4)

30 ★れてからこれに対応する音波がマイクロホン46に到達するまでの遅延時間は、マイクロホン46で検出されるインパルス応答が最大となる時間を測定することによって算出することができるが、このインパルス応答が最大となる時間の測定に適応フィルタを用いることができる。

【0051】図6は、適応フィルタによってインパルス応答を求めて遅延時間を算出する場合の遅延時間算出・設定部52の構成を示す図である。同図に示す遅延時間算出・設定部52は、適応フィルタ90、LMS(Least Mean Square)アルゴリズム処理部92、加算器94、フィルタ係数最大値/遅延時間検索部96、遅延時間設定部98を含んで構成されている。また、この遅延時間算出・設定部52と組み合わされる遅延時間測定用音源50からは、遅延時間測定用の所定の信号としてホワイトノイズが出力される。

【0052】適応フィルタ90は、FIR(Finite Impulse Response)型のデジタルフィルタ構成を有しており、LMSアルゴリズム処理部92によって設定されたタップ係数ベクトル(フィルタ係数)Wを用いて、遅延時間測定用音源50から入力されるホワイトノイズ信号

に対して所定の適応処理を行う。

【0053】ところで、LMSアルゴリズム処理部92は、加算器94によってマイクロホン46の出力信号から適応フィルタ90の出力信号を減算して求めた誤差信号eのパワーが最小となるように適応フィルタ90のフィルタ係数Wを制御する。したがって、マイクロホン46の出力信号と適応フィルタ90の出力信号とはほぼ同じものとなって、適応フィルタ90のフィルタ係数Wがマイクロホン46で検出するインパルス応答とほぼ同じ特性を有することになる。

【0054】フィルタ係数最大値／遅延時間検索部96は、適応フィルタ90のフィルタ係数Wの各要素の中で最大値をとる時間を検索することにより、インパルス応答の最大値をとる時間、すなわちハイパスフィルタ30等に信号が入力されてから対応する音波がマイクロホン46に到達するまでの時間t1等を算出する。

【0055】遅延時間設定部98は、フィルタ係数最大値／遅延時間検索部96によって算出された遅延時間t1等に基づいて、3つの遅延器10～14の各遅延時間を設定する。

【0056】このように、本実施形態のオーディオシステムでは、遅延時間測定用音源50から遅延時間測定用の所定の信号を出力し、周波数特性が異なる3つのスピーカ40、42、44のそれぞれからこの信号に対応する音波を実際に放射しており、聴取位置に設置されたマイクロホン46の出力信号を遅延時間算出・設定部52に取り込んで所定の演算を行うことにより各スピーカ40等のそれぞれに対応した実際の遅延時間を算出しており、この算出結果に基づいて、各スピーカ40等の前段に挿入された各遅延器10～14の遅延時間が自動的に

設定される。

【0057】したがって、従来のように、利用者自身が各スピーカ40等と聴取位置との距離を測定し、この測定した値をスピーカシステム等に入力して遅延時間の設定を行う場合のような煩雑な手間がかからず、遅延時間設定に要する手間を大幅に低減することができる。

【0058】また、各スピーカ40等から音波を放出して実際に生じる遅延時間を算出しているため、各スピーカ10等までの配線長や各スピーカ10等の応答時間（信号を入力してから音波が放射されるまでの時間）のばらつきも考慮に入れて、各遅延器10等の遅延時間を正確に設定することができ、聴取位置における音質の向上が可能となる。

【0059】なお、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形実施が可能である。例えば、上述した実施形態では、周波数

特性が異なる3つのスピーカ40～44を車室内に設置したオーディオシステムについて説明したが、スピーカ数は2つあるいは4つ以上であってもよい。また、周波数特性が異なる複数のスピーカを組み合わせる場合の他に、同じ周波数特性を有する複数のスピーカの前段に挿入された遅延器の遅延時間を設定するようにしてもよい。また、車載用のオーディオシステムに限定されず、屋内用あるいは屋外用のオーディオシステム等に適用することもできる。

10 【0060】

【発明の効果】上述したように、本発明によれば、実際に遅延時間測定用信号を各スピーカに入力して、対応する音波を音響空間内に放射し、これを聴取位置の集音手段で検出して遅延時間を実測し、この実測結果に基づいて各遅延手段の遅延時間の設定を行っており、正確な遅延時間の設定が可能になる。特に、各スピーカと集音手段との距離の差だけでなく、スピーカの種類や配線長の相違を加味した精度の高い遅延時間の設定が可能となる。また、各遅延手段の遅延時間が自動的に設定されるため、利用者が手動で各種の設定を行う必要がなく、遅延時間の設定に要する手間を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用した一実施形態のオーディオシステムの構成を示す図である。

【図2】相互相関を利用して遅延時間を算出する場合の遅延時間算出・設定部の構成を示す図である。

【図3】インパルス応答を利用して遅延時間を算出する場合の遅延時間算出・設定部の構成を示す図である。

【図4】タイムストレッチドパルスの一例を示す図である。

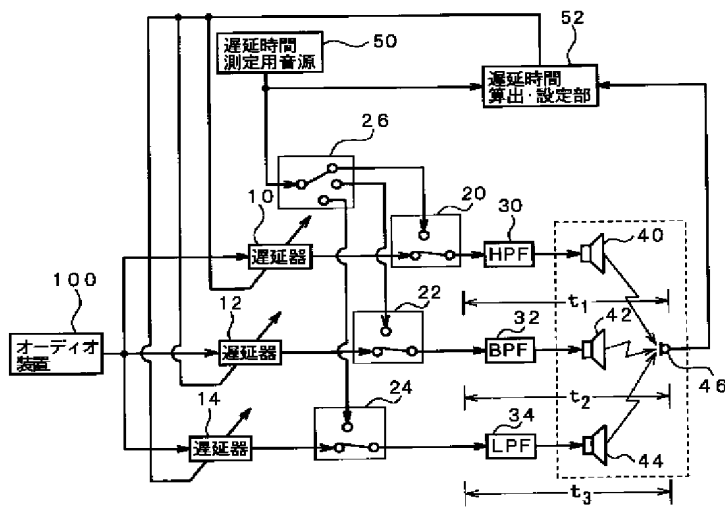
【図5】タイムストレッチドパルスを時間軸上で反転させた信号を示す図である。

【図6】適応フィルタによってインパルス応答を求めて遅延時間を算出する場合の遅延時間算出・設定部の構成を示す図である。

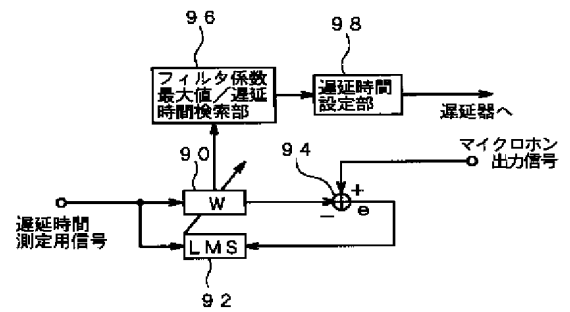
【符号の説明】

- 10、12、14 遅延器
- 20、22、24、26 スイッチ
- 30 ハイパスフィルタ（HPF）
- 32 バンドパスフィルタ（BPF）
- 34 ローパスフィルタ（LPF）
- 40、42、44 スピーカ
- 46 マイクロホン
- 50 遅延時間測定用音源
- 52 遅延時間算出・設定部

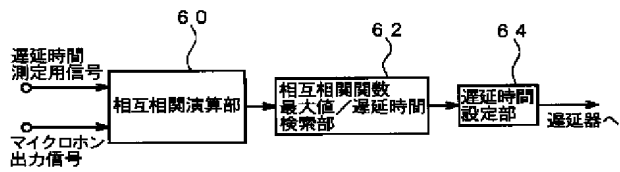
【図1】



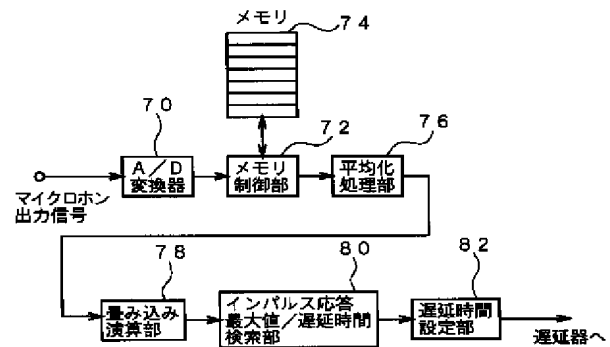
【図6】



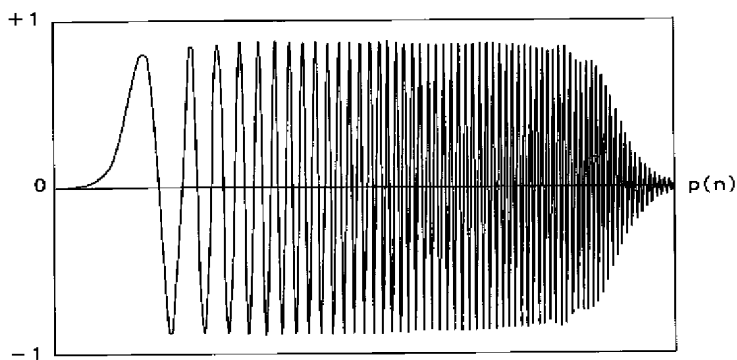
【図2】



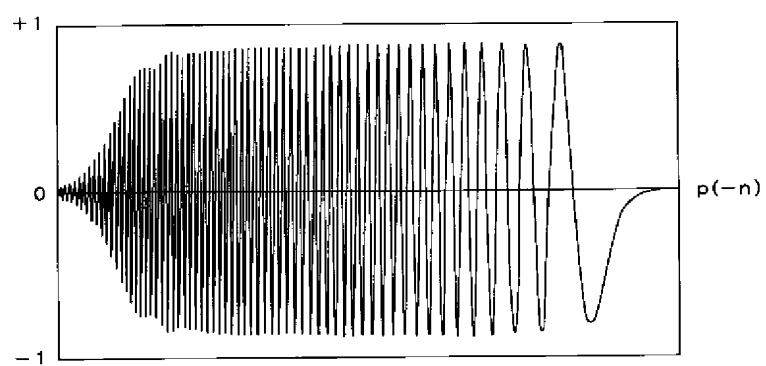
【図3】



【図4】



【図5】



DERWENT-ACC-NO: 1999-597830

DERWENT-WEEK: 199951

COPYRIGHT 2007 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Time delay setting system for multi-channel audio system - has microphone for receiving audio waves transmitted by speakers, from which delay time is computed, based on which time delay for each speaker is setup

PATENT-ASSIGNEE: ALPINE KK[ALPN]

PRIORITY-DATA: 1998JP-0082694 (March 12, 1998)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 11262081 A	September 24, 1999	N/A	009	H04R 003/00

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 11262081A	N/A	1998JP-0082694	March 12, 1998

INT-CL (IPC): G10K015/12, H04R003/00

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 11262081A

BASIC-ABSTRACT:

NOVELTY - A preset signal is transmitted to speaker from a delay time measurement audio source (50) and the delay time between transmitting time of audio cranes from each speaker and the receiving time of audio waves by the microphone is computed by a delay time calculation unit (52), based on which the delay time for each speaker is setup in delay devices (10,12,14) of corresponding speaker. DETAILED DESCRIPTION - Several speakers (40,42,44) corresponding to different frequency ranges, are installed in fixed positions. A microphone (46) is installed in front of the speakers in a listening position.

USE - For multi-channel audio systems.

ADVANTAGE - Enables accurate delay time setting of each speaker, using simple technique without spending much manual labor. Enables setting up of delay time automatically, not only based on installation distance of speaker but also based on type of speaker and wiring length. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the block diagram of components of audio system. (10,12,14) Delay devices; (40,42,44) Speakers; (46) Microphone; (50) Delay time measurement audio source; (52) Delay time calculation unit.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/6

TITLE-TERMS: TIME DELAY SET SYSTEM MULTI CHANNEL AUDIO SYSTEM
MICROPHONE RECEIVE AUDIO WAVE TRANSMIT SPEAKER DELAY
TIME COMPUTATION BASED TIME DELAY SPEAKER

DERWENT-CLASS: P86 V06

EPI-CODES: V06-H;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1999-442107

*** NOTICES ***

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. ***** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the time delay setting method in the audio system which outputs the voice of two or more channels from each of two or more loudspeakers.

[0002]

[Description of the Prior Art] Although it is desirable that the voice of an audible band can be outputted equally, the loudspeaker used for audio equipment is difficult for outputting the voice of a perimeter wave number band by one loudspeaker in fact, and it is used for the loudspeaker which is two from which frequency characteristics usually differ, or three, being put together. For example, when three loudspeakers are used, the loudspeaker for high regions, the loudspeaker for mid-ranges, and the loudspeaker for low-pass are put together.

[0003] By the way, although the acoustic wave corresponding to the audio signal from which a frequency band differs is emitted separately, in order for a listener to hear music without sense of incongruity, it is necessary to make the time of concentration of the acoustic wave in a hearing point in agreement from each of these two or three loudspeakers.

[0004] Especially, in the audio system for mount, since the reservation of a tooth space which installs a loudspeaker is not easy, it is difficult to install two or more loudspeakers from which frequency characteristics differ in the same location in many cases, and it may install each loudspeaker in a separate location. In such a case, if the distance from each loudspeaker to a hearing point differs, since the time amount to which the acoustic wave emitted from each loudspeaker reaches a hearing point will shift and a strain will arise in a playback sound, a delay machine is inserted in the preceding paragraph of each loudspeaker, and the time of concentration of the acoustic wave of each frequency component is made in agreement.

[0005] Conventionally, the user itself who installs a loudspeaker computes the distance from each loudspeaker to a listening location, is performing the time delay of each of these delay machines based on this computed value, and even if the installations of a loudspeaker differ greatly among each user, it can make mostly in agreement the time amount to which the acoustic wave emitted from each loudspeaker arrives at a listening location.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, since a setup of the time delay of

the delay machine mentioned above needs to input the result into a loudspeaker system etc. by the digital processor while the user itself computes the distance from a loudspeaker to a listening location, it has the problem that setting actuation is complicated.

[0007] Moreover, although time amount after an audio signal is actually outputted from audio equipment, until the corresponding acoustic wave of each frequency component arrives at a listening location should take into consideration not only the difference by the difference of the distance from each loudspeaker to a listening location but the difference of time amount after an audio signal is inputted into each loudspeaker until an acoustic wave is emitted, conventionally, this was not taken into consideration and it was not able to set up an exact time delay. For example, after an audio signal is inputted, in order for the loudspeaker for bass to require time amount by an acoustic wave actually being emitted compared with the loudspeaker for the object for inside sounds, or loud sounds, with the delay vessel connected to the preceding paragraph of the loudspeaker for bass, it needs to deduct this time difference and needs to set up a time delay. Moreover, also when the wire length which connects audio equipment and a loudspeaker changed a lot with the installation location of a loudspeaker, dispersion arose in the time delay, but since the time delay of each delay machine was not necessarily set up in consideration of a part for this dispersion, an exact time delay was not able to be set up.

[0008] This invention is created in view of such a point, and the purpose is to offer the time delay setting method which can set up an exact time delay while reducing the time and effort of a setup of the time delay corresponding to each loudspeaker, when two or more loudspeakers are used.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the technical problem mentioned above, by the time delay setting method of this invention, the sound-collecting means is installed in the listening location, and the sound-collecting means has detected the acoustic wave which inputted the time delay stimulus signal into each of two or more loudspeakers installed in sound space, and was actually emitted from each loudspeaker. And a time delay until the acoustic wave which corresponds after a time delay stimulus signal is inputted into each loudspeaker is detected by the sound-collecting means based on this detection result is computed by the time delay calculation means, and each time delay of the delay means connected to the preceding paragraph of each loudspeaker is set up by the time delay setting means based on this calculation result. Thus, the acoustic wave which actually inputs a time delay stimulus signal into each loudspeaker, and corresponds is emitted in sound space, the sound-collecting means of a listening location detects this, a time delay is surveyed, the time delay of each delay means is set up based on this observation result, and a setup of an exact time delay is attained. A setup of a time delay with a high precision which considered the class of not only the difference of the distance of each loudspeaker and a sound-collecting means but loudspeaker and the difference of a wire length especially is attained. Moreover, since the time delay of each delay means is set up automatically, a user does not need to perform various kinds of [manual and] setup, and can reduce the time and effort which a setup of a time delay takes.

[0010] moreover, what is the longest out of two or more time delays which two or more loudspeakers boiled the time delay setting means mentioned above, respectively,

corresponded, and were computed by the time delay calculation means -- searching -- criteria [time delay / this / longest] -- carrying out -- difference with other time delays -- computing -- such difference -- it is desirable to set up a value as a time delay of each delay means. Since the difference of the time of concentration of the acoustic wave to a different sound-collecting means for every loudspeaker can be made to reflect in the time delay of each delay means, the attainment timing in the listening location of the acoustic wave emitted from each loudspeaker can be doubled correctly.

[0011] Moreover, the time delay stimulus signal and the output signal of a sound-collecting means are inputted, and, as for the time delay calculation means mentioned above, it is desirable to compute a time delay based on the time amount from which the cross-correlation of these two signals serves as max. Although a wave is distorted with the propagation property from a loudspeaker to a sound-collecting means, since the time of receiving the acoustic wave by which a cross-correlation has the highest value is considered to be time of concentration, the acoustic wave emitted from a loudspeaker can compute a time delay until an acoustic wave reaches a sound-collecting means correctly by detecting the maximum of a cross-correlation.

[0012] Moreover, the time delay stimulus signal and the output signal of a sound-collecting means are inputted, and, as for a time delay calculation means, it is desirable to compute a time delay based on the filter factor of an adaptation filter which performs adaptive equalization processing so that the power of the error signal of these two signals may serve as min. Since the filter factor of an adaptation filter is reproducing the impulse response detected by the sound-collecting means, it can compute a time delay until an acoustic wave reaches a sound-collecting means correctly by detecting the time amount from which this filter factor serves as max.

[0013] When computing these time delays especially, it is desirable to use a white-noise signal as a time delay stimulus signal. The frequency component from low-pass to a high region is contained in the white-noise signal, when using combining some kinds of loudspeakers from which frequency characteristics differ, the acoustic wave corresponding to a time delay stimulus signal can be emitted from each loudspeaker, and calculation of a time delay can be ensured.

[0014] Moreover, you may make it use time stretch DOPARUSU as a time delay stimulus signal. In this case, as for a time delay calculation means, it is desirable to compute a time delay in quest of the time amount from which the convolution operation of the signal which reversed time stretch DOPARUSU on the time-axis is performed to the output signal of a sound-collecting means, and this convolution result of an operation serves as max. Since an impulse response can be calculated by performing such a convolution operation, a time delay until an acoustic wave reaches a sound-collecting means correctly is computable by detecting the maximum. Moreover, time stretch DOPARUSU has predetermined time amount width of face, and a frequency component is the signal distributed on the time-axis, and it has the advantage which cannot be easily influenced by the sudden noise.

[0015]

[Embodiment of the Invention] The audio system of 1 operation gestalt which applied the time delay setting method of this invention be equip with two or more loudspeakers from which frequency characteristics differ , time amount until the acoustic wave which the audio signal be actually inputted and be emitted from each loudspeaker reach a hear point

be measure automatically , and the description be to set up the time delay of a delay machine prepared in the preceding paragraph of each loudspeaker based on the measurement result . Hereafter, it explains, referring to a drawing about the audio system of 1 operation gestalt.

[0016] Drawing 1 is drawing showing the configuration of the audio system of 1 operation gestalt which applied this invention. The audio system for mount shown in this drawing The audio equipments 100, such as a tuner and a CD player, Three delay machines 10, 12, and 14 into which the audio signal outputted from audio equipment 100 is inputted, Four switches 20, 22, 24, and 26 connected to each latter part of these delay machine 10 grades, The high-pass filter 30 which passes only a high-frequency component out of the audio signal inputted (HPF), The band pass filter (BPF) 32 which passes only a mid-range component, and the low pass filter 34 which passes only a low-pass component (LPF), The loudspeakers 40, 42, and 44 which are three from which frequency characteristics differ, and the microphone 46 set as the listening location of an audio sound, It is constituted including time delay calculation / setting section 52 which sets up the calculation of the time delay of an acoustic wave and the time delay of each delay machine 10 grade which minded each loudspeaker 40 grade based on the sound source 50 for time delay measurement which generates the predetermined signal for time delay measurement, and the output signal of a microphone 46.

[0017] Each time delay can set the delay machines 10, 12, and 14 as arbitration, and each time delay is set up by time delay calculation / setting section 52. The audio signal outputted from the delay machine 10 is inputted into a high-pass filter 30 through a switch 20, and the acoustic wave of a high-frequency component is emitted to vehicle indoor sound space from the loudspeaker 40 for loud sounds connected to the latter part. Similarly, the audio signal outputted from the delay machine 12 is inputted into a band pass filter 32 through a switch 22, and while connecting with the latter part, the acoustic wave of a mid-range component is emitted to vehicle indoor sound space from the loudspeaker 42 for sounds. The audio signal outputted from the delay machine 14 is inputted into a low pass filter 34 through a switch 24, and the acoustic wave of a low-pass component is emitted to vehicle indoor sound space from the loudspeaker 44 for bass connected to the latter part.

[0018] A microphone 46 detects the acoustic wave emitted from either of the loudspeakers 40-44. After the predetermined signal for time delay measurement is outputted from the sound source 50 for time delay measurement, time delay calculation / setting section 52 A time delay until the acoustic wave corresponding to this signal is detected by the microphone 46 is measured (calculation). Each time delay of the delay machines 10-14 is set up so that time amount after an audio signal is inputted from audio equipment 100 until the acoustic wave of each frequency region reaches a microphone 46 may be in agreement based on this measurement result. About the detail configuration of this time delay calculation / setting section 52, it mentions later.

[0019] the delay machines 10, 12, and 14 mentioned above -- a delay means -- the sound source 50 for time delay measurement corresponds to a signal generation means, and time delay calculation / setting section 52 corresponds [a microphone 46] to a sound-collecting means at a time delay calculation means and a time delay setting means, respectively.

[0020] After having such a configuration and then inputting a signal into each filters 30,

32, and 34, the audio system of this operation gestalt measures the time delays t_1 , t_2 , and t_3 until the acoustic wave emitted from each loudspeakers 40-44 reaches a microphone 46, and explains the actuation which sets up each time delay of the delay machines 10-14. [0021] First, switches 20, 22, and 24 are changed and connection of each filters 30-34 is changed into the sound-source 50 side for time delay measurement from each delay machine 10-14 side. And a switch 26 is changed and the predetermined signal outputted from the sound source 50 for time delay measurement is inputted into a high-pass filter 30. Change actuation of each of these switches is performed according to the directions of operation by time delay calculation / setting section 52 or the control section which is not illustrated.

[0022] In the connection condition of such each switch, the predetermined signal for time delay measurement is outputted from the sound source 50 for time delay measurement, and a corresponding acoustic wave is emitted to loudspeaker 40 empty-vehicle indoor sound space. Time delay calculation / setting section 52 computes the time delay t_1 until a predetermined signal is outputted from the sound source 50 for time delay measurement and the detecting signal which corresponds from a microphone 46 is outputted.

[0023] After calculation of a time delay t_1 is completed, a switch 26 is changed and the predetermined signal outputted from the sound source 50 for time delay measurement is changed into the condition of being inputted into a band pass filter 32. In this condition, the predetermined signal for time delay measurement is outputted from the sound source 50 for time delay measurement, and a corresponding acoustic wave is emitted to loudspeaker 42 empty-vehicle indoor space. Time delay calculation / setting section 52 computes the time delay t_2 until a predetermined signal is outputted from the sound source 50 for time delay measurement and the detecting signal which corresponds from a microphone 46 is outputted.

[0024] After calculation of a time delay t_2 is completed, a switch 26 is changed further and the predetermined signal outputted from the sound source 50 for time delay measurement is changed into the condition of being inputted into a low pass filter 34. In this condition, the predetermined signal for time delay measurement is outputted from the sound source 50 for time delay measurement, and a corresponding acoustic wave is emitted to loudspeaker 44 empty-vehicle indoor space. Time delay calculation / setting section 52 computes the time delay t_3 until a predetermined signal is outputted from the sound source 50 for time delay measurement and the detecting signal which corresponds from a microphone 46 is outputted.

[0025] Thus, after calculation of three time delays t_1 , t_2 , and t_3 is completed, time delay calculation / setting section 52 sets up each time delay of three delay machines 10-14 based on these three time delays t_1 - t_3 . For example, when a time delay T_1 is the longest, the time delay of the delay machine 12 is set as (t_1-t_2) , and the time delay of the delay machine 14 is set as 0 for the time delay of the corresponding delay machine 10 (t_1-t_3), respectively.

[0026] Next, three concrete examples of a configuration are explained about the detail of time delay calculation / setting section 52 mentioned above.

[0027] A time delay after a signal is inputted into example of configuration 1 each filters 30-34 of time delay calculation / setting section, until the acoustic wave corresponding to this reaches a microphone 46 can calculate the cross-correlation of the input signal to each filters 30-34, and the output signal of a microphone 46, and can compute it by

finding the time amount which takes the maximum.

[0028] Drawing 2 is drawing showing the configuration of time delay calculation / setting section 52 in the case of computing a time delay using a cross-correlation. Time delay calculation / setting section 52 shown in this drawing is constituted including the cross-correlation operation part 60, the cross-correlation-function maximum / time delay retrieval section 62, and the time delay setting section 64. Moreover, from the sound source 50 for time delay measurement combined with this time delay calculation / setting section 52, a white-noise signal is outputted as a predetermined signal for time delay measurement.

[0029] The ***** operation part 60 performs a cross-correlation operation between the white-noise signal outputted from the sound source 50 for time delay measurement, and the output signal of a microphone 46. This cross-correlation operation is performed according to (1) type shown below.

[0030]

[Equation 1]

$$R(m\tau) = \frac{1}{N-m} \sum_{n=1}^{N-m} h(n) g(n+m) \quad \dots(1)$$

[0031] Here, in $g(n)$, τ shows sampling-time spacing for the die length of the time amount to which, as for $h(n)$, N incorporates the detecting signal of a microphone 46 for a white-noise signal to the cross-correlation operation part 60, respectively.

[0032] Cross-correlation-function maximum / time delay retrieval section 62 searches the value of m from which Cross-correlation $R(m\tau)$ serves as max based on the result of having changed the value of m of (1) type one by one, and having performed the cross-correlation operation by the cross-correlation operation part 60, and makes $m\tau$ at this time a time delay t_1 (or t_2, t_3).

[0033] The time delay setting section 64 extracts maximum out of three time delays t_1, t_2 , and t_3 found by cross-correlation-function maximum / time delay retrieval section 62, and computes difference with the remaining time delays on the basis of this maximum. As mentioned above, when a time delay t_1 is maximum, difference (t_1-t_2) with the two remaining time delays t_2 and t_3 and (t_1-t_3) are computed. Moreover, the time delay setting section 64 sets up each time delay of three delay machines 10-14 based on this calculation result.

[0034] A time delay after a signal is inputted into example of configuration 2 each filters 30-34 of time delay calculation / setting section, until the acoustic wave corresponding to this reaches a microphone 46 is also computable by measuring the time amount from which the impulse response detected with a microphone 46 serves as max.

[0035] Drawing 3 is drawing showing the configuration of time delay calculation / setting section 52 in the case of computing a time delay using an impulse response. Time delay calculation / setting section 52 shown in this drawing is constituted including the analogue-to-digital (A/D) converter 70, the memory control section 72, memory 74, the equalization processing section 76, the convolution operation part 78, the impulse response maximum / time delay retrieval section 80, and the time delay setting section 82. Moreover, from the sound source 50 for time delay measurement combined with this time delay calculation / setting section 52, time stretch DOPARUSU (time amount enlargement pulse) is outputted.

[0036] Time stretch DOPARUSU is a signal with which frequency-characteristics $H(k)$

is expressed as follows.

[0037]

[Equation 2]

$$H(k) = \begin{cases} \exp(jak^2) & k = 0, 1, \dots, N/2 \\ \exp\{-ja(N-k)^2\} & k = N/2 + 1, \dots, N-1 \end{cases} \quad \dots(2)$$

$$a(N/2)^2 = 2m\pi$$

[0038] Here, m is a multiplier which shows the degree which shifts the phase for every frequency within time stretch DOPARUSU, and takes the integral value of arbitration. N is a multiplier which specifies the generating time amount of time stretch DOPARUSU. Moreover, k is the integers from 0 to N-1, and a will become settled by the 3rd formula contained in (2) types, if m and N are decided. For example, since it becomes with a= 0 in the case of m= 0, it is set to H(k) =exp(0) =1 about all k, and becomes the impulse concentrated without each frequency component distributing.

[0039] Actual time stretch DOPARUSU outputted from the sound source 50 for time delay measurement is a signal acquired by carrying out the inverse Fourier transform of the (2) types mentioned above, and shows the example to drawing 4 . Time stretch DOPARUSU shown in drawing 4 is the case of N= 256, and serves as a signal which each frequency component distributed between the predetermined time according to the value of this N, and the value of m. Therefore, although it is hard coming to win popularity the effect of a noise since the energy of each frequency component can be distributed over a long time by setting up the value of N greatly and setting up the value of m greatly Since the time amount which measurement of a time delay takes also becomes longer as the generating time amount of time stretch DOPARUSU becomes long, it is necessary to set up the suitable value of N and m in the range in which generating time amount does not become not much long.

[0040] To the output signal of a microphone 46, A/D converter 70 performs sampling and quantization with a predetermined time interval, and outputs the data of the predetermined number of bits. The memory control section 72 stores in memory 74 the data outputted from A/D converter 70 with a predetermined time interval one by one. When time stretch DOPARUSU is outputted once, the analog signal wave outputted from a microphone 46 as a response to this time stretch DOPARUSU is changed into a digital data point (this data is henceforth called "time stretch DOPARUSU response data") by A/D converter 70, and is stored in the predetermined field of memory 74 by it. It is stored in each of L storing fields which the time stretch DOPARUSU response data corresponding to each mentioned above, when such a storing field is secured to memory 74 by L pieces and L time stretch DOPARUSU is repeatedly outputted to it from the sound source 50 for time delay measurement.

[0041] The equalization processing section 76 performs equalization processing of L time stretch DOPARUSU response data stored in memory 74. It is q_i about q (n) and the i-th response data in the equalized response data. It is [0042] when (n).

[Equation 3]

$$q(n) = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L q_i(n) \quad \dots(3)$$

[0043] It becomes. When the equalization processing section 76 performs equalization processing of L time stretch DOPARUSU response data according to this (3) type, the response data from which the effect of a sudden noise was removed are obtained.

[0044] The convolution operation part 78 collapses and calculates the data p (-n) which made equalized time stretch DOPARUSU response data q (n) which was calculated by (3) formulas reverse time stretch DOPARUSUp (n) on a time-axis. Drawing 5 is drawing showing the signal which reversed time stretch DOPARUSU on the time-axis, and the wave which reversed time stretch DOPARUSU corresponding to N= 256 shown in drawing 4 is shown. In addition, the data p (- n) which actually collapse and are used by operation part 78 change into a digital data point the signal wave form shown in drawing 5 , and the sampling interval of them is the same as that of the sampling interval in A/D converter 70.

[0045] The convolution operation by the convolution operation part 78 is performed based on the following formulas.

[0046]

[Equation 4]

$$h(n) = \sum_{k=0}^{N-1} q(k) \cdot p(n-k) \quad \dots(4)$$

[0047] An impulse response is obtained by collapsing and calculating a time stretch DOPARUSU reply signal and the signal which reversed original time stretch DOPARUSU on the time-axis according to this (4) type. In addition, the convolution operation part 78 calculates by shifting the data outputted from the equalization processing section 76 one by one, and collapsing using the data of each N individual, and outputs two or more results of an operation.

[0048] Two or more results of an operation depended on the convolution operation part 78 are inputted, and by searching the result of an operation from which an impulse response serves as max, it asks for the attainment timing of the time stretch DOPARUSU response data corresponding to this result of an operation, and impulse response maximum / time delay retrieval section 80 computes time delay t1 grade until the acoustic wave corresponding to this reaches a microphone 46, after time stretch DOPARUSU is inputted into high-pass filter 30 grade.

[0049] The time delay setting section 82 sets up each time delay of three delay machines 10-14 based on the time delay t1 grade computed by impulse response maximum / time delay retrieval section 80.

[0050] Although a time delay as time delay calculation / setting section mentioned above example of configuration 3, after a signal is inputted into each filters 30-34, until the acoustic wave corresponding to this reaches a microphone 46 is computable by measuring the time amount from which the impulse response detected with a microphone 46 serves as max, it can use an adaptation filter for measurement of the time amount from which this impulse response serves as max.

[0051] Drawing 6 is drawing showing the configuration of time delay calculation / setting section 52 in the case of computing a time delay in quest of an impulse response with an adaptation filter. Time delay calculation / setting section 52 shown in this drawing is constituted including the adaptation filter 90, the LMS (Least Mean Square) algorithm processing section 92, an adder 94, the filter factor maximum / time delay retrieval section 96, and the time delay setting section 98. Moreover, from the sound source 50 for

time delay measurement combined with this time delay calculation / setting section 52, white noise is outputted as a predetermined signal for time delay measurement.

[0052] The adaptation filter 90 has the digital filter configuration of an FIR (Finite Impulse Response) mold, and performs predetermined adaptation processing to the white-noise signal inputted from the sound source 50 for time delay measurement using the tap multiplier vector (filter factor) W set up by the LMS algorithm processing section 92.

[0053] By the way, the LMS algorithm processing section 92 controls filter factor W of the adaptation filter 90 so that the power of the error signal e which subtracted and searched for the output signal of the adaptation filter 90 from the output signal of a microphone 46 with the adder 94 serves as min. Therefore, it becomes what has almost the same output signal of a microphone 46 and output signal of the adaptation filter 90, and will have the almost same property as the impulse response which filter factor W of the adaptation filter 90 detects with a microphone 46.

[0054] Filter factor maximum / time delay retrieval section 96 computes time amount t_1 grade until the acoustic wave which corresponds after a signal is inputted into the time amount which takes the maximum of an impulse response, i.e., high-pass filter 30 grade, reaches a microphone 46 by searching the time amount which takes maximum in each element of filter factor W of the adaptation filter 90.

[0055] The time delay setting section 98 sets up each time delay of three delay machines 10-14 based on the time delay t_1 grade computed by filter factor maximum / time delay retrieval section 96.

[0056] thus, in the audio system of this operation gestalt The predetermined signal for time delay measurement is outputted from the sound source 50 for time delay measurement. The acoustic wave corresponding to this signal is actually emitted from each of the loudspeakers 40, 42, and 44 which are three from which frequency characteristics differ. The actual time delay corresponding to each of each loudspeaker 40 grade is computed by incorporating the output signal of the microphone 46 installed in the listening location in time delay calculation / setting section 52, and performing a predetermined operation. Based on this calculation result, the time delay of each delay machines 10-14 inserted in the preceding paragraph of each loudspeaker 40 grade is set up automatically.

[0057] Therefore, complicated time and effort like [in case the user itself measures the distance of each loudspeaker 40 grade and a listening location, inputs this measured value into a loudspeaker system etc. and sets up a time delay like before] cannot be taken, but the time and effort which a time delay setup takes can be reduced sharply.

[0058] Moreover, since the time delay which emits an acoustic wave and is actually produced from each loudspeaker 40 grade is computed, dispersion in the wire length to each loudspeaker 10 grade or the response time (time amount after inputting a signal until an acoustic wave is emitted) of each loudspeaker 10 grade can also be taken into consideration, and can set up correctly the time delay of each delay machine 10 grade, and improvement in the tone quality in a listening location of it is attained.

[0059] In addition, this invention is not limited to the above-mentioned operation gestalt, and deformation implementation various by within the limits of the summary of this invention is possible for it. For example, although the operation gestalt mentioned above explained the audio system which installed the loudspeakers 40-44 which are three from

which frequency characteristics differ in the vehicle interior of a room, the number of loudspeakers may be two or four or more. Moreover, you may make it set [others / in the case of combining two or more loudspeakers from which frequency characteristics differ] up the time delay of the delay machine inserted in the preceding paragraph of two or more loudspeakers which have the same frequency characteristics. Moreover, it is not limited to the audio system for mount, but can also apply to the audio system of the object for indoor, or an outdoor type etc.

[0060]

[Effect of the Invention] As mentioned above, according to this invention, a time delay stimulus signal is actually inputted into each loudspeaker, a corresponding acoustic wave is emitted in sound space, the sound-collecting means of a listening location detects this, a time delay is surveyed, the time delay of each delay means is set up based on this observation result, and a setup of an exact time delay is attained. A setup of a time delay with a high precision which considered the class of not only the difference of the distance of each loudspeaker and a sound-collecting means but loudspeaker and the difference of a wire length especially is attained. Moreover, since the time delay of each delay means is set up automatically, a user does not need to perform various kinds of [manual and] setup, and can reduce the time and effort which a setup of a time delay takes.

[Translation done.]